

Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



(11) EP 1 189 089 A2

(12) EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:  
20.03.2002 Patentblatt 2002/12

(51) Int Cl.7: G02B 17/00

(21) Anmeldenummer: 01119485.9

(22) Anmeldetag: 14.08.2001

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU  
MC NL PT SE TR  
Benannte Erstreckungsstaaten:  
AL LT LV MK RO SI

(30) Priorität: 13.09.2000 DE 10045265

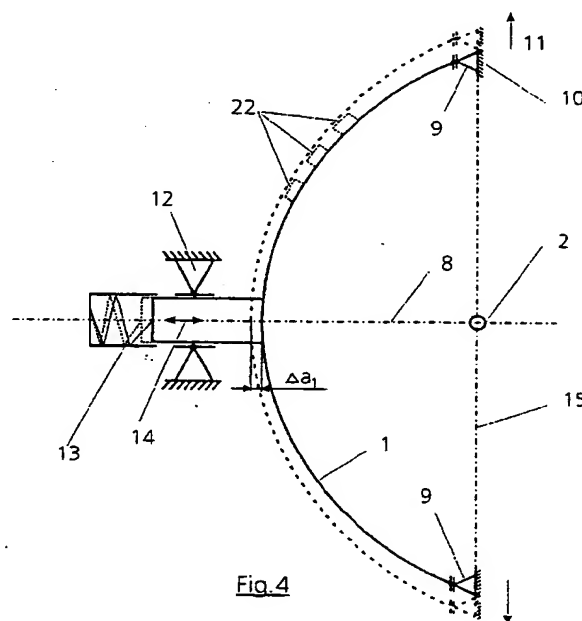
(71) Anmelder:  
• Carl Zeiss  
89518 Heidenheim (Brenz) (DE)  
Benannte Vertragsstaaten:  
DE FR NL  
• Carl-Zeiss-Stiftung, trading as Carl Zeiss  
89518 Heidenheim (Brenz) (DE)  
Benannte Vertragsstaaten:  
GB

(72) Erfinder:  
• Antoni, Martin  
73434 Aalen (DE)  
• Melzer, Frank  
73469 Utzmemmingen (DE)  
• Seifert, Andreas  
73434 Aalen (DE)  
• Singer, Wolfgang  
73431 Aalen (DE)

(74) Vertreter: Lorenz, Werner, Dr.-Ing.  
Lorenz & Kollegen  
Patent- und Rechtsanwaltskanzlei  
Alte Ulmer Strasse 2-4  
89522 Heidenheim (DE)

(54) Vorrichtung zum Bündeln der Strahlung einer Lichtquelle

(57) Eine Vorrichtung zum Bündeln der Strahlung einer Lichtquelle (2), insbesondere einer Laser-Plasmaquelle, weist einen Kollektorspiegel (1), der das Licht der Lichtquelle (2) in einem zweiten Fokus virtuell oder reell sammelt, insbesondere für die Halbleiter-Lithographie mit EUV-Strahlung, und eine Weiterleitung und nachfolgende Strahlformung in einem Beleuchtungssystem (6) auf. Der Kollektorspiegel (1) ist derart in z-Richtung (optische Achse) verschiebbar und derart ausgelegt und/oder gelagert, daß bei Temperaturänderungen die Lage des zweiten Fokus unverändert bleibt.



EP 1 189 089 A2

BEST AVAILABLE COPY

## Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zum Bündeln der Strahlung einer Lichtquelle, insbesondere einer Laser-Plasmaquelle, mit einem Kollektorspiegel nach der im Oberbegriff von Anspruch 1 näher definierten Art.

5 [0002] In der Halbleiter-Lithographie wird häufig eine Lichtquelle verwendet, z.B. eine Laser-Plasmaquelle, deren Licht über einen Kollektorspiegel in einem zweiten Fokus, virtuell oder reell, gesammelt und dann zur Strahlformung in ein Beleuchtungssystem geleitet wird. Durch die Laser-Plasmaquelle erwärmt sich der Kollektorspiegel, wodurch es zu entsprechenden Formänderungen kommt, welche negative Auswirkungen auf das nachfolgende Beleuchtungssystem haben, wie z.B. Beleuchtungsfehler, z.B. Telezentriefehler, Uniformity-Fehler, was zu Lichtverlusten führt.

10 [0003] Zur Vermeidung dieser Nachteile ist es bekannt, den Kollektorspiegel zu kühlen, um die entstehende Wärme abzuführen. Unabhängig von dem hierfür erforderlichen großen Aufwand bestehen trotzdem aufgrund unvermeidlicher Toleranzen weiterhin Probleme bezüglich der Abbildungsgenauigkeit, welche unter anderem auf eine Lageänderung des zweiten Fokuses zurückzuführen sind. Hinzu kommt, daß bei hohen thermischen Lasten, welche bei Pulsbetrieb stark zeitlich variieren können, der Kollektorspiegel nicht vollständig auf einem konstanten Temperaturniveau gehalten werden kann und somit ein "dynamisches" Kühlsystem erforderlich machen würde.

15 [0004] Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Vorrichtung zu schaffen, bei der die Nachteile des Standes der Technik vermieden werden, insbesondere bei der die optischen Eigenschaften eines Kollektorspiegels auch unter thermischer Last in unveränderter Form erhalten bleiben, so daß keine negativen Auswirkungen auf das nachfolgende Beleuchtungssystem auftreten.

20 [0005] Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe durch die im kennzeichnenden Teil von Anspruch 1 genannten Merkmale gelöst. Dadurch, daß man gezielt den Kollektorspiegel in z-Richtung, d.h. in Richtung der optischen Achse, verschiebt und der Kollektorspiegel selbst derart ausgelegt ist, daß bei Temperaturänderung die Lage des zweiten Fokuses unverändert bleibt, werden die optischen Eigenschaften des Kollektorspiegels auch unter thermischer Last in unveränderter Form beibehalten.

25 [0006] Erfindungsgemäß wird in einer ersten konstruktiven Lösung vorgeschlagen, den Kollektorspiegel so zu lagern oder auszugestalten, daß sich seine Form entsprechend einer isofokalen Kurvenschar, z.B. einer Ellipsenschar, einer Hyperbelschar oder einer Parabelschar verformt. Mit "isofokalen" Kurvenschar ist gemeint, daß sich der Abstand von der Quelle, d.h. vom ersten Fokus bis zum zweiten Fokus nichts ändert. Im weiteren wird zur Vereinfachung nur von Ellipsenschar gesprochen. Eine isofokale Ellipsenschar bildet eine Quelle in ein ortsfestes Bild der Quelle ab. Verformt sich nun der Kollektorspiegel unter Erwärmung entsprechend der isofokalen Ellipsenschar, so bleiben dessen optische Eigenschaften konstant. Dies bedeutet, es ist dann nicht mehr erforderlich, den Kollektorspiegel mit großem Aufwand zu kühlen bzw. auf einer konstanten Temperatur zu halten, sondern man läßt Erwärmungen zu, sorgt jedoch dafür, daß sich die daraus resultierende Formänderung des Kollektorspiegels so verhält, daß ausgesuchte optischen Eigenschaften unverändert bleiben.

30 [0007] Für einen derartigen isofokalen Kollektorspiegel können die konische Konstante  $K$  und der Halbparameter  $p = R$  in guter Näherung durch lineare Funktionen von der Schnittweite zwischen der Quelle und dem Scheitelpunkt des Kollektorspiegels dargestellt werden.

35 [0008] Wenn andererseits vermieden werden soll, daß eine an sich normalerweise vernachlässigbare Vergrößerungsänderung durch eine Änderung bzw. Verschiebung des Kollektorspiegels auftritt, dann muß als zweite Lösung der Abstand von der Quelle zur Abbildungsebene der Lichtquelle verändert werden. Dies kann z.B. aktiv oder auch über eine passive thermische Ausdehnung erfolgen. Für einen derartigen vergrößerungserhaltenden Kollektorspiegel muß die Exzentrizität  $\gamma$  bzw. konische Konstante  $K$  konstant bleiben und die Scheitelkrümmung  $p = R$  sich linear ändern. Diese Lösung ist unter Umständen bei einem System mit kritischer Beleuchtung von Vorteil, weil dann das Bild der Lichtquelle auf dem Reticle gleich groß bleibt.

40 [0009] Im Unterschied zu der Lösung mit der isofokalen Kurvenschar, wobei der Abstand zwischen dem ersten und dem zweiten Fokus gleich bleibt, bleibt bei dieser alternativen Lösung der Strahlwinkel vom Kollektorspiegel zum zweiten Fokus gleich, der sich dadurch entsprechend verschiebt. Wenn der zweite Fokus an der gleichen Stelle bleiben soll, muß demzufolge entsprechend nicht nur der Kollektorspiegel in z-Richtung bewegt werden, sondern auch die Quelle bzw. der erste Fokus.

45 [0010] Da im allgemeinen Kollektorspiegel eine anisotrope thermische Last erleiden, kann man in einer erfindungsgemäßen Ausgestaltung vorsehen, daß der Kollektorspiegel mit inhomogen verteilten Kühleinrichtungen derart versehen wird, daß im Kollektorspiegel eine wenigstens annähernd gleichmäßige Temperaturverteilung erreicht wird. Dies bedingt zwar einen höheren Aufwand, aber im Vergleich zu bekannten Kühleinrichtungen kann dieser Aufwand deutlich niedriger gehalten werden, denn es ist nicht erforderlich, eine gesamte Kühlung des Kollektorspiegels durchzuführen, sondern lediglich für eine weitgehend gleichmäßige Temperaturverteilung zu sorgen.

50 [0011] Konstruktive Ausgestaltungen zur gezielten Durchführung der Formänderung des Kollektorspiegels in der gewünschten Weise sind prinzipiell in den Unteransprüchen und in den nachfolgend anhand der Zeichnung schematisch beschriebenen Ausführungsbeispielen schematisch erläutert.

[0012] Es zeigt:

Figur 1 Schematische Darstellung eines in einem EUV-Beleuchtungssystem für die Mikrolithographie angeordneten erfindungsgemäßen Kollektorspiegels;

Figur 2 Prinzipdarstellung des Strahlungsverlaufes zwischen dem Kollektorspiegel und dem zweiten Fokus für eine isofokale Ellipsenschar;

Figur 3 Prinzipdarstellung des Strahlungsverlaufes zwischen dem Kollektorspiegel und dem zweiten Fokus für eine Beibehaltung der Vergrößerung;

Figur 4 eine erste Lagerungsart für den erfindungsgemäßen isofokalen Kollektorspiegel;

Figur 5 eine Lagerung eines isofokalen Kollektorspiegels mit einer Biegefeder;

Figur 6 eine Lagerung eines isofokalen Kollektorspiegels mit aktiven Komponenten;

Figur 7 eine Lagerung eines isofokalen Kollektorspiegels mit einer zusätzlichen Abstandsveränderung bei Temperaturerhöhung;

Figur 8 eine Lagerung für einen isofokalen Kollektorspiegel mit einer reduzierten Lageänderung bei Temperaturerhöhung; und

Figur 9 eine Lagerung eines isofokalen Kollektorspiegels in einer Fassung über eine Parallelogrammführung.

[0013] In der Figur 1 ist als ein Beispiel für die Einsatzmöglichkeit eines Kollektorspiegels 1, der sich isofokal verhält, seine Anordnung in einem Beleuchtungssystem für die EUV-Lithographie dargestellt.

[0014] Das Licht einer Quelle 2, z.B. einer Laser-Plasmaquelle oder einem Pinch-Plasma oder Dense-Plasma-Fokus, wird über den Kollektorspiegel 1 auf einen Facettenspiegel 3 geworfen. Die Quelle 2 liegt im ersten Fokus des Kollektorspiegels 1. Der zweite Fokus (nicht dargestellt) liegt bei dem dargestellten Ausführungsbeispiel hinter dem Facettenspiegel 3. Von dem Facettenspiegel 3 wird das Licht über einen Umlenkspiegel 4 einem Recticle (Maske) 5 zugeführt. Die Struktur des Recticles 5 wird über ein nicht näher dargestelltes Projektionsobjektiv 6 einem Wafer 7 zur Abbildung zugeleitet.

[0015] Durch die Laser-Plasmaquelle 2 erfährt der Kollektorspiegel 1 eine hohe thermische Last, durch welche er seine Form ändert. Diese Formänderung würde normalerweise zu unkontrollierten Beleuchtungsfehlern führen.

[0016] Die Figur 2 zeigt nun in einer Prinzipdarstellung eine kontrollierte Formänderung und Verschiebung des Kollektorspiegels 1, damit die optischen Eigenschaften des Kollektorspiegels beibehalten bleiben. Dargestellt ist dabei eine Lösung, wobei der Kollektorspiegel 1 in z-Richtung derart gezielt verschoben wird und sich seine Form entsprechend einer isofokalen Kurvenschar derart ändert, daß der zweite Fokus bezüglich seiner Lage unverändert bleibt.

[0017] In einer guten Näherung lassen sich die die Ellipsenschar beschreibende Parameter  $\varepsilon$  und  $p$  als lineare Funktion von der Temperaturänderung  $dT$  darstellen. Danach gilt:

$$p \approx s_0 \left[ (1 + \varepsilon_0) + \alpha \left( 1 + \varepsilon_0 - \frac{s_0 \varepsilon_0}{a_0} \right) dT \right]$$

[0018] Dabei gilt:

$p$  = Halbparameter

$2e$  = Brennpunktstand

$S_0$  = Abstand von der Quelle zum Scheitel des Kollektorspiegels

$a_0 = e + S_0$  und  $S(dT=0) = S_0$

[0019] Für die Schnittweite = Abstand Quelle zu Spiegelkollektor gilt:

$$s = a - e$$

$\alpha$  = Längenausdehnungskoeffizient des eingesetzten Materials

$\varepsilon$  = Numerische Exzentrizität der Ellipse.

$\gamma_2$  = Öffnungswinkel der Strahlung zwischen dem zweiten Fokus und dem Kollektorspiegel.

5 **[0020]** Wie aus der Figur 2 ersichtlich ist, bleibt der Brennpunktstabsabstand  $2e$  erhalten und es ändern sich lediglich der Winkel  $\gamma_2$  in  $\gamma_2'$  und  $S_0$  in  $S$  ( $dT$ ).

**[0021]** Figur 3 zeigt die Prinzipdarstellung einer Lösung, wobei der Kollektorspiegel derart ausgelegt ist, daß unter thermischer Last die Vergrößerung, d.h. der Abbildungsmaßstab oder die bildseitige Apertur, sich nicht ändert. Hierzu muß der Abstand von der Quelle 2 zum Bild der Lichtquelle verändert werden. Für diesen vergrößerungserhaltenden  
10 Kollektor muß die Exzentrizität  $\varepsilon$  bzw. die konische Konstante  $K$  konstant bleiben und die Scheitelkrümmung  $p = R$  sich linear ändern. Damit folgt für den Halbparameter  $p$ :

$$p = s \cdot (\varepsilon + 1) = s_0 \cdot (1 + \alpha \cdot dT) \cdot (\varepsilon + 1) = p_0 \cdot (1 + \alpha \cdot dT),$$

15

wobei

Apertur der Quelle

$p_0$

Apertur des Strahlenbündels

$$p_1 = \sin \gamma_2 = \frac{\sin \gamma_1}{\beta_c}$$

20

Vergrößerung des Kollektors

$\beta_c = \text{const.}$

**[0022]** Wie aus der Figur 3 ersichtlich ist, ändert sich dabei auch der Brennpunktstabsabstand  $2e$  in  $2e'$ , was bedeutet, daß die Quelle 2 nach  $2'$  verschoben wird. Wie ersichtlich, bleibt dabei der Öffnungswinkel  $\gamma_2$  erhalten. Anstelle einer Verschiebung der Quelle 2 könnte grundsätzlich auch mit dem gleichen Ergebnis der zweite Fokus verschoben werden, um den Winkel  $\gamma_2$  gleich zu halten. In der Praxis wird man jedoch den zweiten Fokus festhalten und Quelle 2 und Kollektorspiegel 1 entsprechend in  $z$ -Richtung verschieben.

25

**[0023]** Selbstverständlich können anstelle von Ellipsenscharen auch Hyperbel- oder Parabelscharen verwendet werden.

**[0024]** Der Kollektorspiegel 1 wird gemäß den gestellten Forderungen so ausgelegt, daß er sich unter Erwärmung isofokal oder alternativ vergrößerungserhaltend verhält. Dies bedeutet, man läßt eine gezielte Formänderung derart zu, daß sich seine Form entsprechend ändert. Um diese Verformung zu erreichen, sind die verschiedensten konstruktiven Ausgestaltungen möglich. Die nachfolgend anhand der Figuren 4 bis 9 nur schematisch beschriebenen Ausführungsbeispiele sind deshalb nur beispielhaft anzusehen. Sie beziehen sich auf einen isofokalen Kollektorspiegel 1. Bei entsprechend konstruktiver Ausgestaltung des Kollektorspiegels 1, seiner Aufhängung und gegebenenfalls seiner Kühlung ändert sich zwar ebenfalls die Form des Kollektorspiegels 1, aber gezielt derart, daß bestimmte gewünschte optische Eigenschaften jedoch unverändert bleiben.

30

**[0025]** Gemäß Ausführungsbeispiel nach der Fig. 4 ist der Kollektorspiegel 1 am Umfang über senkrecht zur optischen Achse 8, d.h. zur  $z$ -Achse (optische Achse), verschiebbare Lager 9 mit einer Fassung 10 verbunden. Bei einer Erwärmung dehnt sich der Kollektorspiegel 1 aus und die Lager 9 können sich in Pfeilrichtung 11 - entsprechend der Temperatur - verschieben (siehe gestrichelte Darstellung des Kollektorspiegels 1). Gleichzeitig wird der Kollektorspiegel 1 in einer zentralen Führung 12 gegen den Widerstand einer Federeinrichtung 13 nach hinten bzw. von der Quelle 2 weg bewegt. Wie ersichtlich, ergibt sich auf diese Weise eine Abstandsänderung  $\Delta a_1$  zwischen der Quelle 2 und dem Vertex. Um eine Isofokalität des Kollektorspiegels zu erhalten bzw. um diesen isotherm bezüglich seiner optischen Eigenschaften zu halten, ist lediglich dafür zu sorgen, daß die Abstandsänderung  $\Delta a_1$  derart eingestellt wird, daß sich die gewünschte isofokale Ellipsenschar mit den daraus resultierenden gleichen optischen Wirkungen ergibt. In Kenntnis der verwendeten Materialien, der Ausdehnungskoeffizienten, der Brennpunktstabsabstände und weiterer bekannter Parameter läßt sich die erforderliche Abstandsänderung jedoch entweder rechnerisch oder empirisch ermitteln.

45

**[0026]** Unter thermischer Last sollte der Kollektorspiegel 1 eine Verschiebung entlang der  $z$ -Achse durchführen, d.h. die Schnittweite muß sich ändern. Hierfür ist es auch vorteilhaft, den Spiegel in der Ebene 15 der Quelle 2 zu fassen. Bei einer thermischen Ausdehnung führt er dann automatisch eine Bewegung entgegen der  $z$ -Achse 8 durch. Die Ellipsen unterscheiden sich dann nur im Abbildungsmaßstab der Quellabbildung bzw. im "Öffnungsverhältnis" der "bildseitigen" Apertur. Eine solche Änderung des Abbildungsmaßstabs ist jedoch gering und hat im allgemeinen nur vernachlässigbare Auswirkung auf die Performance des Beleuchtungssystems.

50

**[0027]** Falls die passive Ausführung nicht ausreichend ist, kann die  $z$ -Verschiebung durch geeignete Materialien in der Fassung bzw. zwischen der Fassung 10 und dem Kollektorspiegel 1 oder der Lagerung 9 genauer eingestellt werden. Dies kann z.B. durch eine Aufhängung über Biegeelemente 16 erfolgen (siehe Figur 5) oder auch durch ein oder mehrere aktive Komponenten 17 (siehe Figur 6). Die aktiven Komponenten 17 können zwischen dem Kollektorspiegel 1 und der Fassung 10 angeordnet sein. Als aktive Komponenten lassen sich z.B. Werkstoffe mit bestimmten

55

Ausdehnungskoeffizienten verwenden, um die erforderliche Längenverschiebung zu erreichen. Ebenso sind auch reine aktive Betätigungsglieder möglich, wie z.B. pneumatische, hydraulische, magnetostatische, piezoelektrische Glieder und dergleichen. Derartige aktive Glieder haben den Vorteil, daß man sie gezielt und bei Bedarf auch noch mit entsprechenden Anpassungen und Änderungen ansteuern kann.

[0028] In der Figur 7 ist eine Lagerungsart für einen isofokalen Kollektorspiegel 1 dargestellt, wobei seine "natürliche" Verschiebung  $\Delta a_1$  zusätzlich noch verstärkt wird. Hierzu sind mehrere Streben 18 über den Umfang verteilt an dem Kollektorspiegel 1 angeordnet. Sie befinden sich dabei in einem Umfangsbereich zwischen der z-Achse 8 und dem Außenumfang. Die Streben 18 sind an einem Ende jeweils über einen Gelenkpunkt 19 mit dem Kollektorspiegel 1 verbunden, während sich das andere Ende jeweils gelenkig an einer Lagerstelle 20 stützt. Die Längsachsen der Streben 18 erstrecken sich parallel zur z-Achse 8. Erfährt der Kollektorspiegel 1 nun eine Temperaturerhöhung, so dehnt er sich aus und gerät in die gestrichelte Lage. Gleichzeitig verschieben sich dadurch auch die Streben 18 und ihre Gelenkpunkte in die gestrichelten Lagen 18' und 19', wodurch sich der Abstand der Quelle 2 von dem Vertex bzw. dem Scheitelpunkt des Kollektorspiegels 1 zusätzlich noch um den Wert  $\Delta a_x$  ändert. Die Gesamtverschiebung des Kollektorspiegels 1 beträgt somit  $\Delta a_2 = \Delta a_1 + \Delta a_x$ . Über die Längen L der Streben 18 kann  $\Delta a_x$  wunschgemäß so eingestellt werden, daß die Isofokalität erreicht wird.

[0029] Durch die Verschwenkung der Streben 18 nach außen tritt eine entsprechende Verkürzung bezüglich der Projektion auf die z-Achse und damit der zusätzliche Weg  $\Delta a_x$ .

[0030] In der Figur 8 ist eine Ausgestaltung prinzipmäßig dargestellt, wobei das umgekehrte Verhalten erreicht wird. In diesem Falle sind ebenfalls über den Umfang verteilt Streben 18 vorgesehen, welche zwischen der z-Achse 8 und dem Außenumfang des Kollektorspiegels 1 liegen und welche ebenfalls an einem Ende jeweils über ein Gelenk 19 mit dem Kollektorspiegel 1 verbunden und mit dem anderen Ende in einer Lagerstelle 20 gelagert sind.

[0031] Die Längsachsen der Streben 18 sind in diesem Fall jedoch schräg zur z-Achse derart angeordnet, daß bei einer Verschiebung des Kollektorspiegels 1 nach hinten die Streben 18 dieser Verschiebung entgegenwirken und zwar wiederum um ein Maß  $\Delta a_x$ . In diesem Falle gilt für die Verschiebung des Kollektorspiegels 1:  $\Delta a_3 = \Delta a_1 - \Delta a_x$ . Auch hier kann über die Längen L der Streben 18  $\Delta a_x$  eingestellt werden und somit eine entsprechende Gesamtverschiebung des Kollektorspiegels 1 derart erreicht werden, daß die Isofokalität gegeben ist.

[0032] Ob die Ausgestaltung nach der Figur 7 mit der Erhöhung des Gesamtverschiebeweges oder nach der Figur 8 mit der Reduzierung des Gesamtverschiebeweges zu wählen ist, richtet sich jeweils nach den spezifischen Einsatzverhältnissen und Parametern.

[0033] In der Figur 9 ist prinzipmäßig eine Lagerungsart für den Kollektorspiegel 1 dargestellt, wobei die Lagerung über ein Parallelogramm 21 mit der Fassung 10 erfolgt.

[0034] Im Bedarfsfalle können auch noch diverse Übersetzungen vorgesehen werden, um die gewünschte Isofokalität des Kollektorspiegels 1 zu erreichen.

[0035] Gegebenenfalls kann zusätzlich noch eine Kühleinrichtung vorgesehen sein, die in der Figur 4 lediglich prinzipmäßig mit dem Bezugszeichen "22" angedeutet ist. Da sich Kollektorspiegel 1, insbesondere bei Verwendung von Laser-Plasmaquellen, ungleichmäßig über den Umfang verteilt erwärmen, sind die Kühlkanäle 22 so anzuordnen, daß lokale Kühlungen derart durchgeführt werden, daß sich insgesamt gesehen eine wenigstens weitgehend gleichmäßige Temperatur für den Kollektorspiegel 1 ergibt.

[0036] Durch die Verschiebung des Kollektorspiegels 1 bei Temperaturerhöhung verändert sich auch - allerdings nur in einem geringen Umfang - der Vergrößerungsfaktor.

## Patentansprüche

1. Vorrichtung zum Bündeln der Strahlung einer Lichtquelle, insbesondere einer Laser-Plasmaquelle, mit einem Kollektorspiegel, der das Licht der Lichtquelle im zweiten Fokus virtuell oder reell sammelt, insbesondere für die Halbleiter-Lithographie mit EUV-Strahlung, und mit einer Weiterleitung und nachfolgenden Strahlformung in einem Beleuchtungssystem, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Kollektorspiegel (1) derart in Z-Richtung (optische Achse) verschiebbar ist und derart ausgelegt und/oder gelagert ist, daß bei Temperaturänderungen die Lage des zweiten Fokus unverändert bleibt.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Kollektorspiegel (1) derart in z-Richtung (optische Achse) verschiebbar ist und derart ausgelegt ist, daß seine Form bei Temperaturänderungen entsprechend einer isofokalen Kurvenschar derart änderbar ist, daß der Abstand zwischen der Lichtquelle (2) und dem zweiten Fokus konstant gehalten ist.
3. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Kollektorspiegel (1) derart in z-Richtung (optische Achse) verschiebbar ist und daß seine Form bei Temperaturänderungen derart veränderbar ist, und/oder die

Lichtquelle (2) derart verschiebbar ist, daß der Winkel ( $\gamma$ ) der Strahlung zwischen dem Kollektorspiegel (1) und dem zweiten Fokus gleich bleibt.

- 5 4. Vorrichtung nach Anspruch 1, 2 oder 3, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Kollektorspiegel (1) in der Ebene der Lichtquelle gefaßt ist.
5. Vorrichtung nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Verschiebung durch eine passive Formänderung des Kollektorspiegels (1) und/oder dessen Fassung (10) durchführbar ist.
- 10 6. Vorrichtung nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Kollektorspiegel (1) über ein Parallelogramm (21) in der Fassung (10) gelagert ist.
7. Vorrichtung nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, daß** zur Verschiebung aktive Komponenten (17,18) vorgesehen sind.
- 15 8. Vorrichtung nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, daß** die aktiven Komponenten (17,18) zwischen dem Kollektorspiegel (1) und der Fassung (10) angeordnet sind.
9. Vorrichtung nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Kollektorspiegel (1) über Biegebalken mit der Fassung (10) verbunden ist.
- 20 10. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Kollektorspiegel (1) in Richtung auf die Lichtquelle (2) vorgespannt ist.
- 25 11. Vorrichtung nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet, daß** zur Vorspannung eine Federeinrichtung (13) vorgesehen ist.
- 30 12. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 11, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Kollektorspiegel (1) bei einer anisotropischen thermischen Last mit inhomogen verteilten Kühleinrichtungen (22) derart versehen ist, daß im Kollektorspiegel (1) eine wenigstens annähernd gleichmäßige Temperaturverteilung erreichbar ist.

35

40

45

50

55

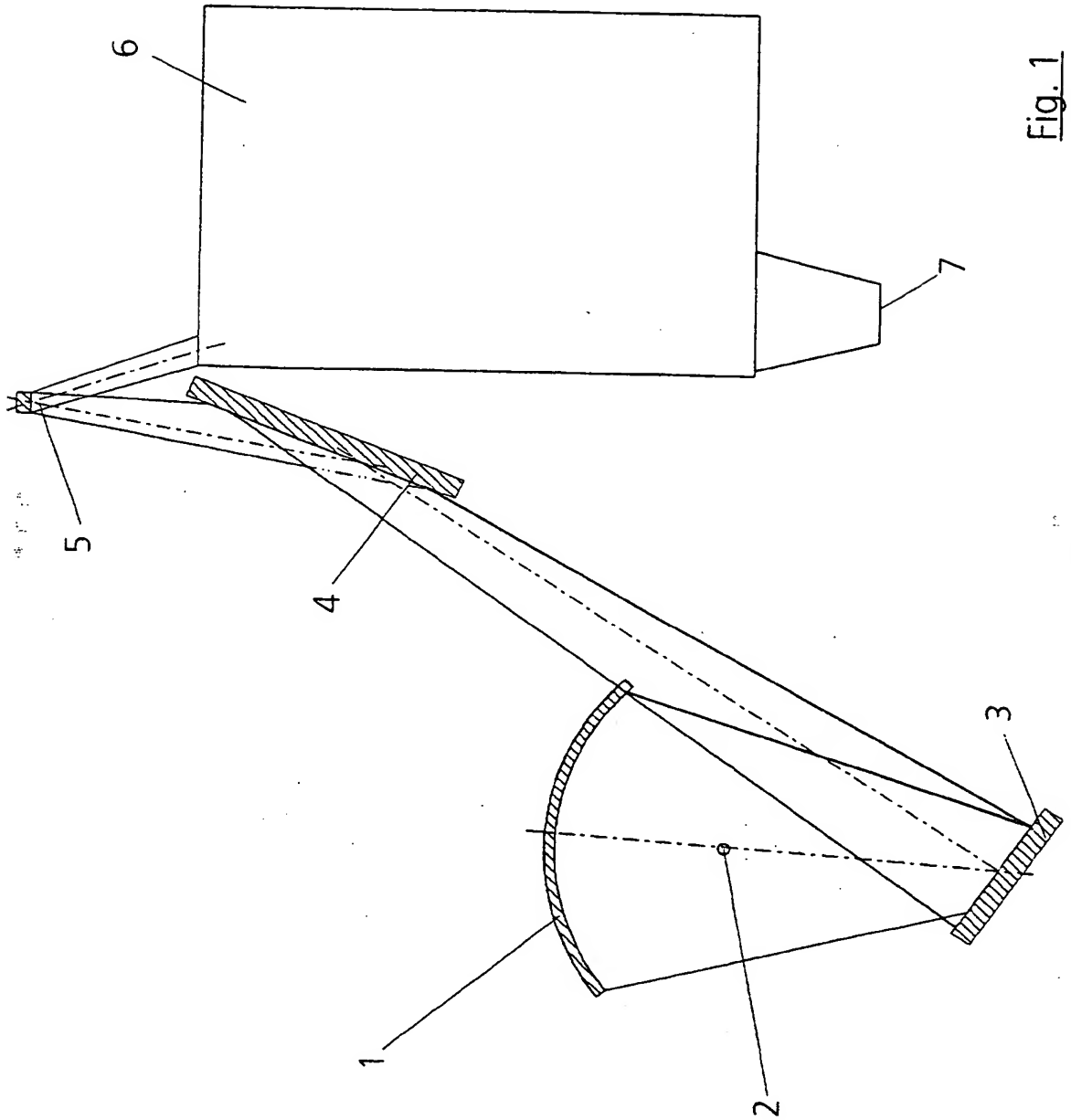


Fig. 1

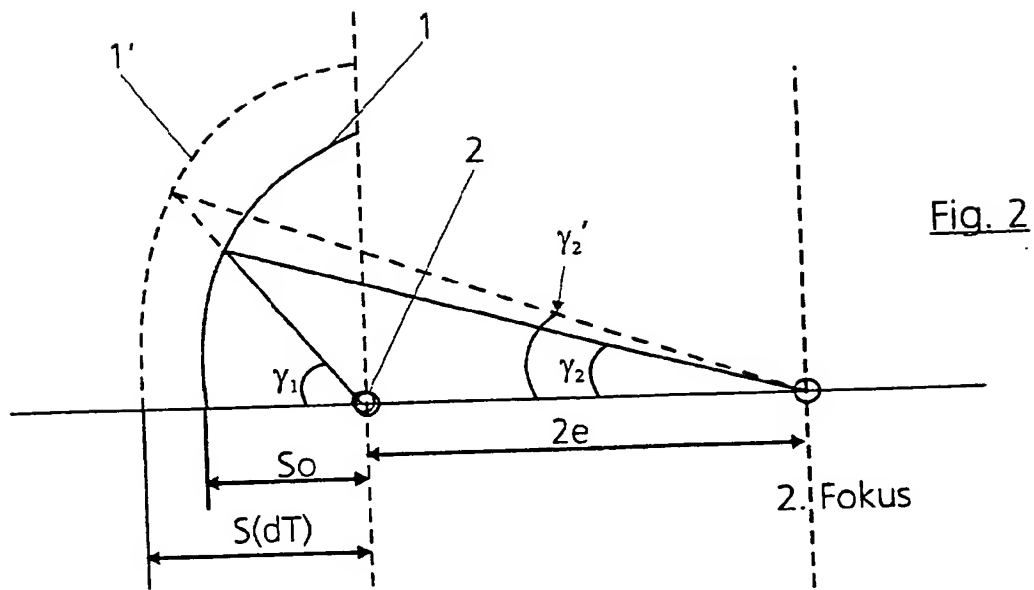


Fig. 2

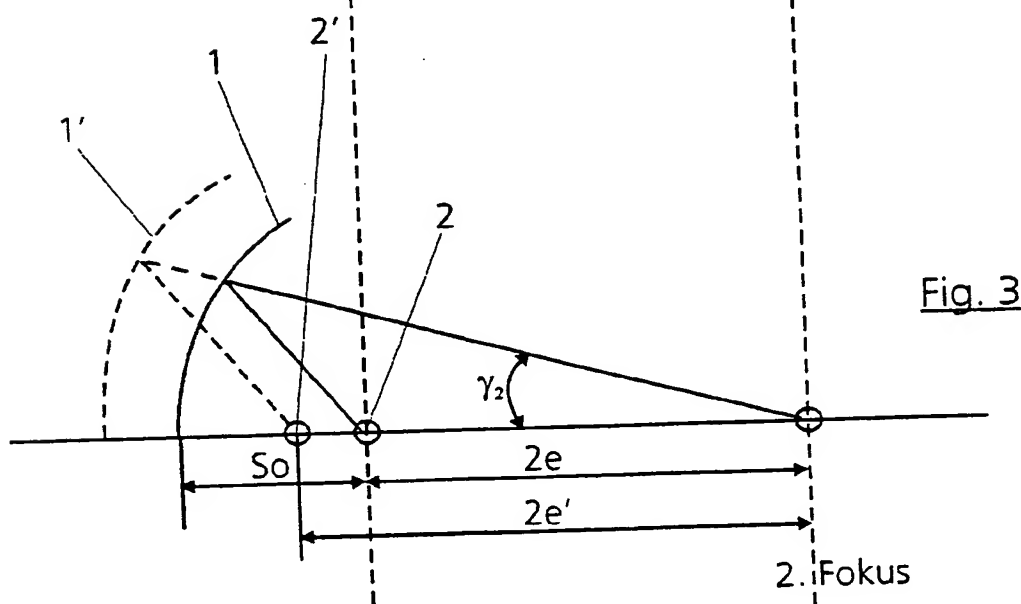
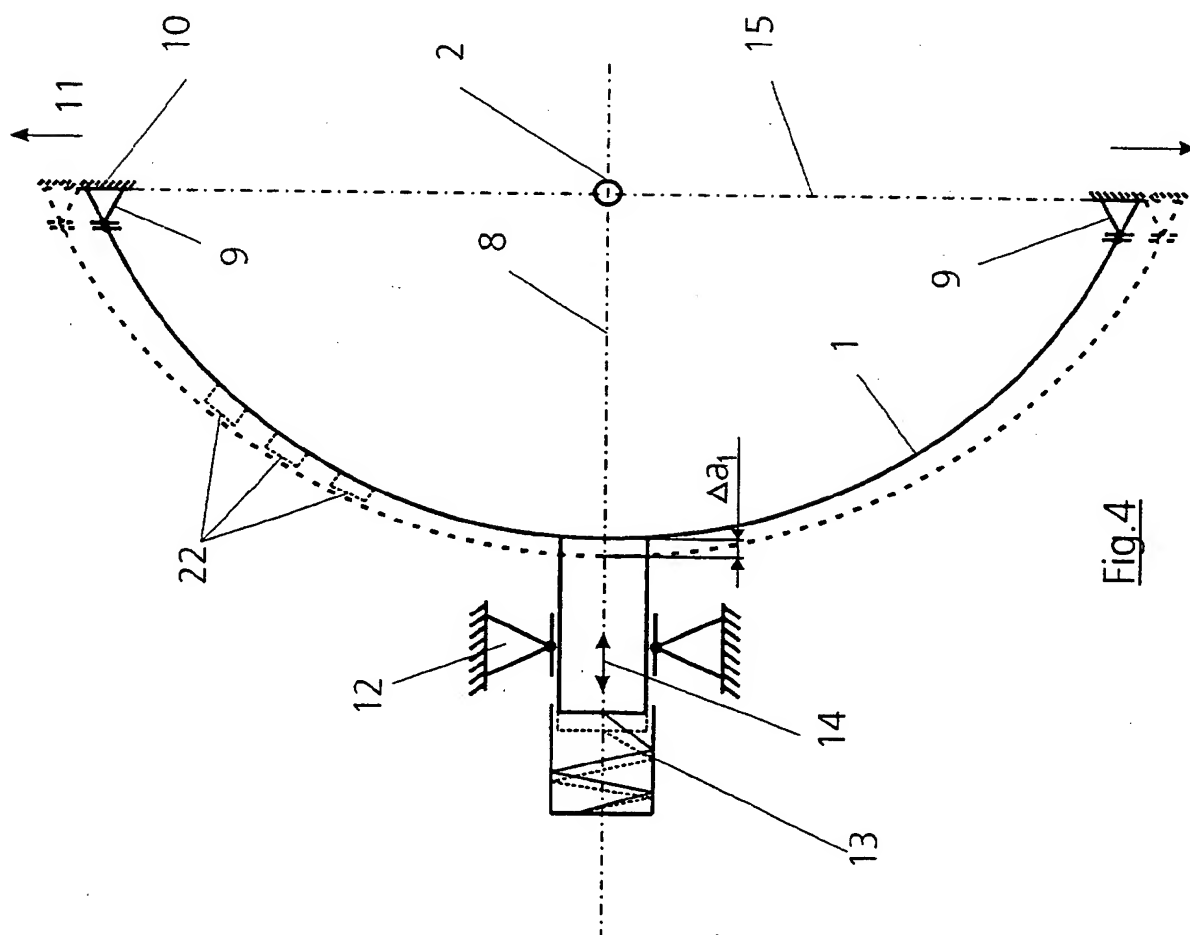
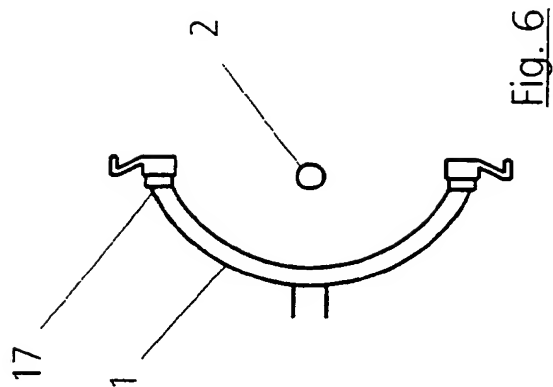
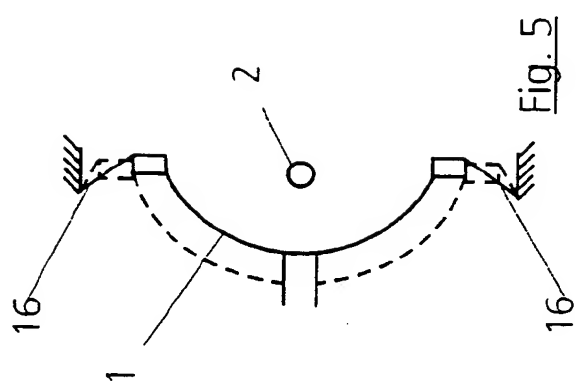


Fig. 3



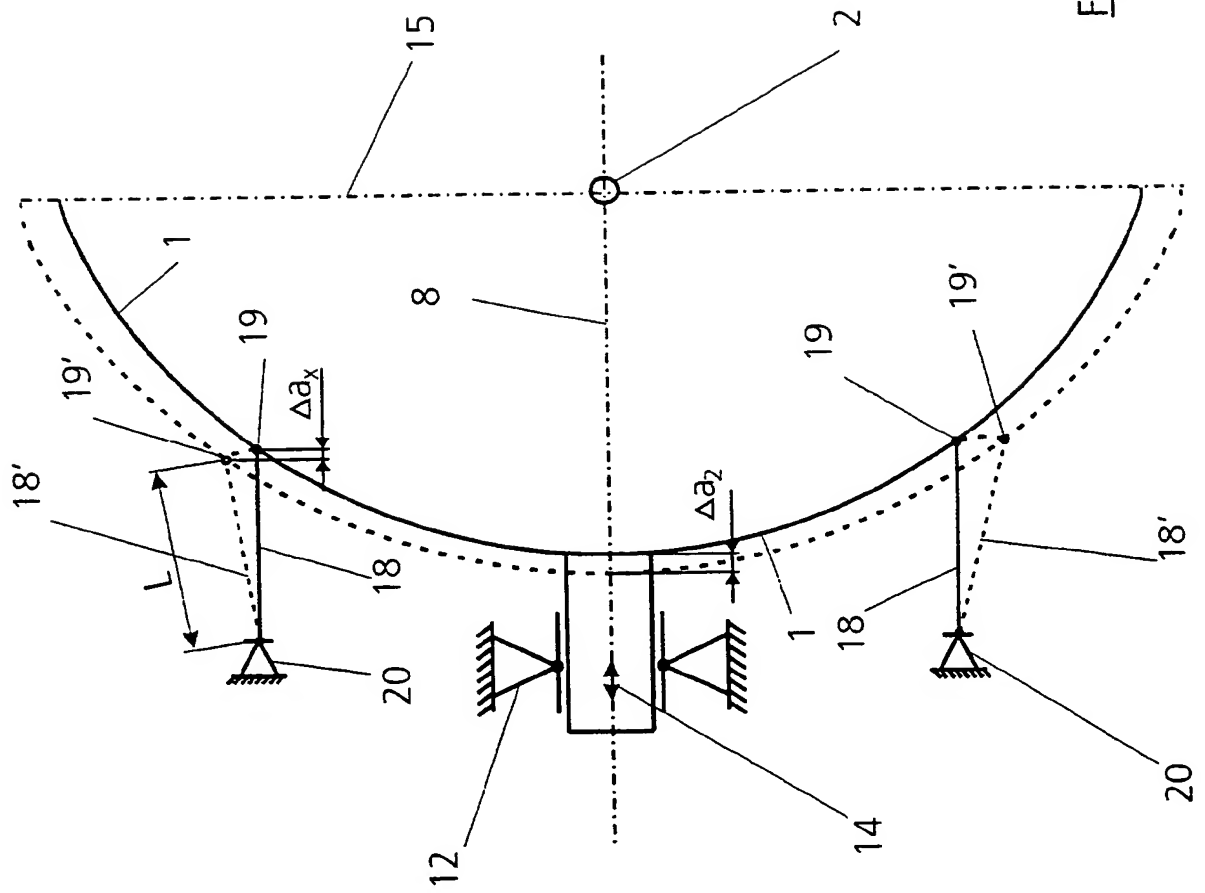


Fig. 7

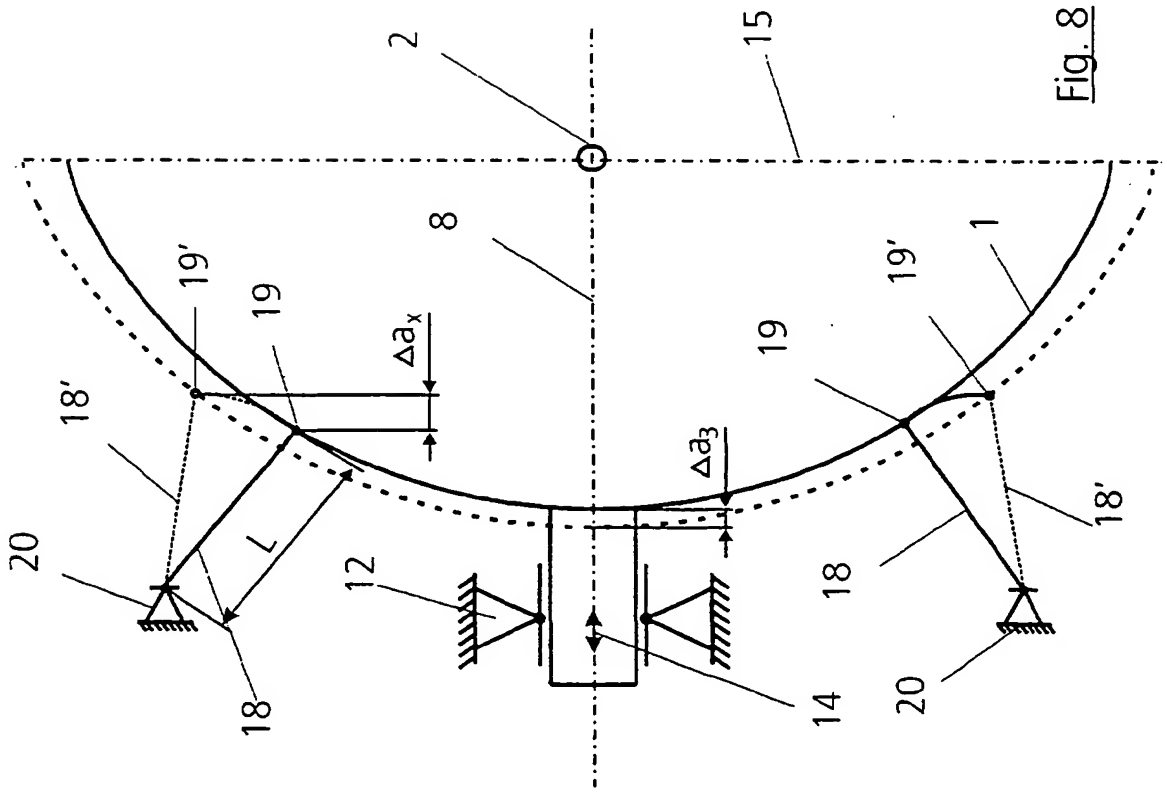


Fig. 8

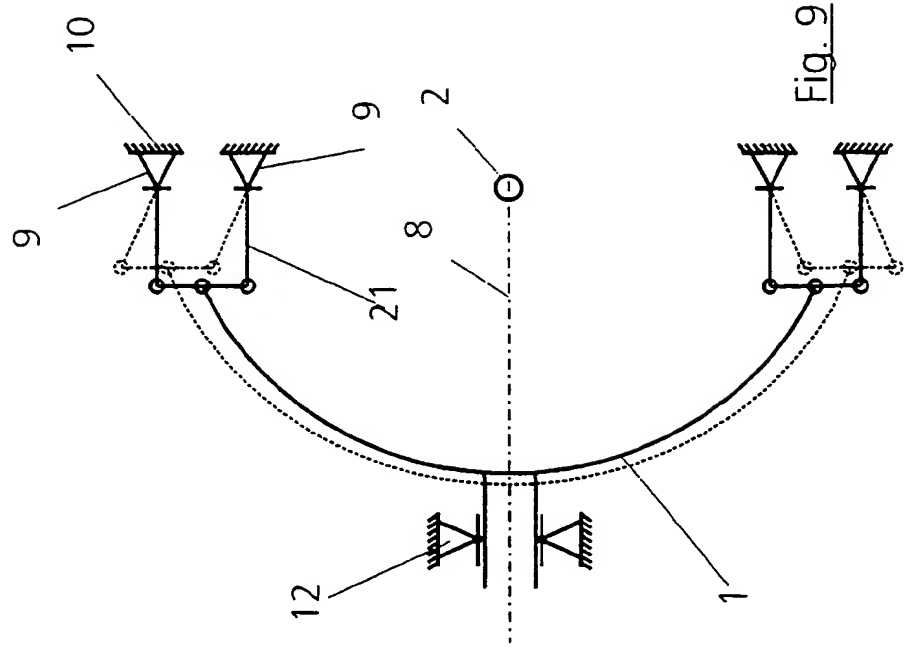


Fig. 9



(19)



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



(11)

**EP 1 189 089 A3**

(12)

## EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(88) Veröffentlichungstag A3:  
17.03.2004 Patentblatt 2004/12

(43) Veröffentlichungstag A2:  
20.03.2002 Patentblatt 2002/12

(21) Anmeldenummer: 01119485.9

(22) Anmeldetag: 14.08.2001

(51) Int Cl.7: **G02B 17/00, G02B 17/02,  
G02B 19/00, G02B 26/08,  
G02B 7/00, G02B 7/185,  
G03F 7/20**

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU  
MC NL PT SE TR**  
Benannte Erstreckungsstaaten:  
**AL LT LV MK RO SI**

(30) Priorität: 13.09.2000 DE 10045265

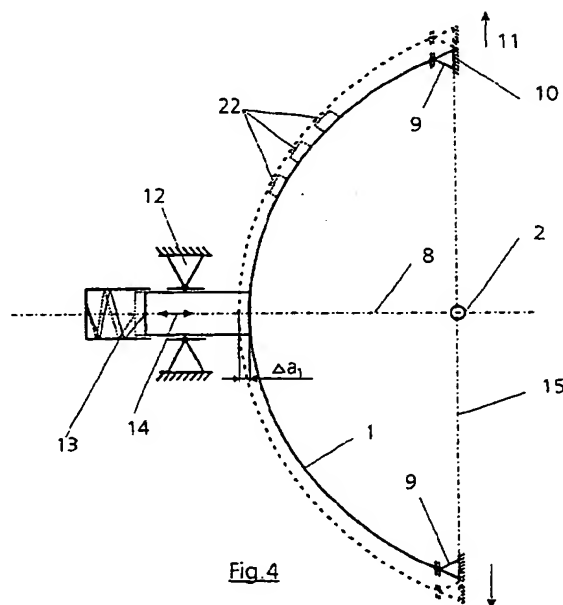
(71) Anmelder:  
• **Carl Zeiss**  
**89518 Heidenheim (Brenz) (DE)**  
Benannte Vertragsstaaten:  
**DE FR NL**  
• **Carl-Zeiss-Stiftung, trading as Carl Zeiss**  
**89518 Heidenheim (Brenz) (DE)**  
Benannte Vertragsstaaten:  
**GB**

(72) Erfinder:  
• **Antoni, Martin**  
**73434 Aalen (DE)**  
• **Melzer, Frank**  
**73469 Utzmemmingen (DE)**  
• **Seifert, Andreas**  
**73434 Aalen (DE)**  
• **Singer, Wolfgang**  
**73431 Aalen (DE)**

(74) Vertreter: **Lorenz, Werner, Dr.-Ing.**  
**Lorenz & Kollegen**  
**Patent- und Rechtsanwaltskanzlei**  
**Alte Ulmer Strasse 2-4**  
**89522 Heidenheim (DE)**

### (54) Vorrichtung zum Bündeln der Strahlung einer Lichtquelle

(57) Eine Vorrichtung zum Bündeln der Strahlung einer Lichtquelle (2), insbesondere einer Laser-Plasmaquelle, weist einen Kollektorspiegel (1), der das Licht der Lichtquelle (2) in einem zweiten Fokus virtuell oder reell sammelt, insbesondere für die Halbleiter-Lithographie mit EUV-Strahlung, und eine Weiterleitung und nachfolgende Strahlformung in einem Beleuchtungssystem (6) auf. Der Kollektorspiegel (1) ist derart in z-Richtung (optische Achse) verschiebbar und derart ausgelegt und/oder gelagert, daß bei Temperaturänderungen die Lage des zweiten Fokus unverändert bleibt.



**EP 1 189 089 A3**



Europäisches  
Patentamt

# EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung  
EP 01 11 9485

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.7)
X	EP 0 744 641 A (SVG LITHOGRAPHY SYSTEMS INC) 27. November 1996 (1996-11-27) * Zusammenfassung; Abbildung 1 *	1-4	G02B17/00 G02B17/02 G02B19/00 G02B26/08 G02B7/00 G02B7/185 G03F7/20
X	US 5 142 132 A (MACDONALD BRUCE G ET AL) 25. August 1992 (1992-08-25) * das ganze Dokument *	1-4	
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 013, no. 294 (P-894), 7. Juli 1989 (1989-07-07) -& JP 01 074502 A (AGENCY OF IND SCIENCE & TECHNOL), 20. März 1989 (1989-03-20) * das ganze Dokument *	1-4	
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 001, no. 095 (E-040), 29. August 1977 (1977-08-29) -& JP 52 029748 A (AGENCY OF IND SCIENCE & TECHNOL), 5. März 1977 (1977-03-05) * das ganze Dokument *	1-5	
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 1997, no. 11, 28. November 1997 (1997-11-28) -& JP 09 178922 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORP), 11. Juli 1997 (1997-07-11) * das ganze Dokument *	1-4	G02B G03F
X	US 4 664 488 A (SAWICKI RICHARD H ET AL) 12. Mai 1987 (1987-05-12) * das ganze Dokument *	1-4	
		-/--	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort <b>MÜNCHEN</b>		Abschlußdatum der Recherche <b>28. Januar 2004</b>	Prüfer <b>Daffner, M</b>
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X: von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y: von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A: technologischer Hintergrund O: nichtschriftliche Offenbarung P: Zwischenliteratur		T: der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E: älteres Patentedokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D: in der Anmeldung angeführtes Dokument L: aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)



Europäisches  
Patentamt

# EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung  
EP 01 11 9485

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.7)
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 1996, no. 08, 30. August 1996 (1996-08-30) - & JP 08 101299 A (AGENCY OF IND SCIENCE & TECHNOL; SHIMADZU CORP), 16. April 1996 (1996-04-16) * das ganze Dokument * -----	1-4	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.7)
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort <b>MÜNCHEN</b>		Abschlußdatum der Recherche <b>28. Januar 2004</b>	Prüfer <b>Daffner, M</b>
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument			

EPO FORM 1503 (03.82) (P4/C03)

# ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.

EP 01 11 9485

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentedokumente angegeben.  
Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am  
Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

28-01-2004

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 0744641 A	27-11-1996	US 5684566 A	04-11-1997
		CA 2177200 A1	25-11-1996
		DE 69614918 D1	11-10-2001
		DE 69614918 T2	17-01-2002
		EP 0744641 A2	27-11-1996
		JP 9006011 A	10-01-1997
US 5142132 A	25-08-1992	WO 9322711 A1	11-11-1993
JP 01074502 A	20-03-1989	KEINE	
JP 52029748 A	05-03-1977	JP 984774 C	29-01-1980
		JP 54016745 B	25-06-1979
JP 09178922 A	11-07-1997	JP 3034212 B2	17-04-2000
		DE 69123098 D1	19-12-1996
		DE 69123098 T2	06-03-1997
		DE 69133142 D1	12-12-2002
		DE 69133142 T2	24-07-2003
		EP 0471362 A2	19-02-1992
		EP 0676655 A2	11-10-1995
		JP 2641331 B2	13-08-1997
		JP 4313702 A	05-11-1992
		US 5461514 A	24-10-1995
		US 5477393 A	19-12-1995
		US 5329407 A	12-07-1994
US 4664488 A	12-05-1987	KEINE	
JP 08101299 A	16-04-1996	KEINE	

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

☐ BLACK BORDERS

☒ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES

☒ FADED TEXT OR DRAWING

☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING

☐ SKEWED/SLANTED IMAGES

☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS

☐ GRAY SCALE DOCUMENTS

☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT

☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY

☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**